



## BEST AVAILABLE COPY

English Translation of  
Yamagata PCT Pub. No. 81/01960

125112  
PCT  
#8

Name of Invention: Running Machine.

### Detailed Explanation

**Technological Field:** This invention deals with improvements in a running machine having an endless belt which retrogrades due to the movements of the runner.

**Technological Background:** This exercise mechanism was developed principally for the purpose of increasing leg strength. As universally used its structure is generally made up of rollers on mounted parallel axes horizontally opposing one another at front and rear, an endless belt wound around these under tension, and a flat roller arrangement with the rollers positioned closely adjacent to one other for the purpose of supporting the underside of the running surface; the user, that is, the runner, grasps handles or railings incorporated into the support base. In addition, there are those in which the running surface, inclined toward the front, is caused to move in a retrograding fashion through the component force of the runner's weight and are equipped with damping devices making low speed movement possible. Next, of those having a similar basic structure, there are some in which the running surface is driven by an electric motor, in which case the runner synchronizes his speed with that of the running surface.

As a whole, their degree of utility for hygienic, training and medical purposes is great, and many patent applications have been filed for improvements of their various parts. Among these, within the range we have surveyed, are two, No.51-105567 and No.53-145568, in which the purposed improvements are similar to those of this invention.

**Concepts of the Invention:** In the first of the three types described in the previous section, there is little chance of incorporating movement of the upper body since it is necessary

for the runner to grasp the handles or railing while in operation. In the next one it is possible to incorporate movements of the upper body, but fundamentally there is no freedom of velocity of movement. In contrast to these, the electrically driven machine allows running movements involving the whole body, but the runner must run while synchronizing his speed with a speed determined in advance and even though the velocity of the running surface were to be automatically controlled by using the displacement of the runner, there would be lags in control, making it necessary for the runner to be proficient in the operation of running and, if the acceleration and deceleration in speed that the runner selects are great, it inevitably would be necessary to increase the length of the running surface.

This invention, eliminating the above described problem areas, presents a running machine in which the intrinsic effect of a running movement involving the whole body can be anticipated such that the posture of the runner incorporates the movements of the upper body as with normal surface running while allowing safe running at fixed speeds, including accelerations and decelerations in speed optionally selectable by the runner. (Hereafter, in this detailed explanation normal surface running will be expressed as such and running by means of the running machine will be expressed simply as running. In addition, the word approximation will be used to express the idea of an adjacent or approximately close level.)

To express running in dynamic terms, it is a phenomenon in which the runner moves along relative to the surface as a reaction produced by means of the stamping or springing action of the runner against the surface; a portion of the release of physical strength is converted to dynamic kinetic energy for the purpose of accelerating the mass which the runner possesses. While the velocity is a continuous repetition of accelerations and decelerations in speed, the goal is the maintenance of a fixed velocity; dynamically, however, efficiency is

conspicuously poor and this manifests itself as the kinetic effect.

In the running machine having an endless, retrograding belt (hereafter abbreviated as machine), with the pelvic/abdominal region, which constitutes the mobile center of gravity during operation, centrally located on the running belt, if free movement is maintained in the up/down and left/right directions in relation to the support base and elastically supported in the forward/reverse direction such that strength is increased with the increase in motion, then it is possible for the runner to incorporate the movements of the upper body as with normal surface running without the need of grasping handles in his hands. However, with this alone footing would be unstable and smooth operation could not be obtained. In order to realize stability, there must be a transfer of kinetic energy between the runner's shoes and the running surface, which is necessary for the purpose of accelerating and decelerating and also for maintaining a fixed speed as with normal surface running.

As a countermeasure, we produced a supposition regarding the possibility of a machine which could provide a sensation of running approximating that of normal surface running by means of structuring the machine movement system so that the value of kinetic energy retained in the endless belt and the movement system driven by it approximates the value of kinetic energy retained by the runner during normal surface running when an equivalent speed is applied to the belt during use of the machine; and, as a result of putting this into effect, we confirmed that our supposition was correct. It is possible, in addition, to express the condition of approximation of kinetic energy as the inertia of the machine movement system approximating the inertia of the runner as seen from the axis of rotation of the machine movement system (condition of approximation of inertia).

The purpose of elastic supports is to temporarily accumulate and then to release kinetic energy accompanying

accelerations and decelerations in speed by the runner and to function effectively in stabilizing running and improving the sensation of running.

As a property of normal surface running, it is anticipated that distance will be increased as the runner increases his velocity. Consequently, it is necessary that consideration be given to a structure in which there is a minimum loss of energy consumed in the belt and the movement system driven by it. The materials and structure of the belt, which forms the running surface, and methods of supporting moving parts are of particular importance in the reduction of energy loss and the improvement of feeling of the running surface. As a result of experimentation, in one structure suitable for actual use, rollers are installed in front and rear, an endless belt is wound around these and support rollers in an array are arranged in close proximity to one another under the belt running surface in what would normally be called a conveyor belt configuration. When the running surface is a belt, beginning with resistance due to the flexion of the belt at the front and rear rollers, energy loss produced as a result of the runner's shoes sinking in between the support rollers through the belt is unexpectedly great. An example of a countermeasure is described later as an actual example.

Next, it is possible to provide a running surface having an even more satisfactory feeling with a structure which does not depend on a belt. This structure, commonly called a slat conveyor configuration, is one in which treadboards of like shape, narrow in the direction perpendicular to that of the direction of movement, are coupled together at their ends by roller chain and then, linked together into an endless configuration, are wound around sprocket wheels at front and rear; the underside of the chain rollers which is the running surface is supported on smooth rails. The sensation of the tread surface is of exceptional quality and, assuming it is appropriately constructed, it is also possible to decrease

energy loss.

To continue, the following is one of the conditions of the main components of this invention (condition of inertia approximation) described in terms of a kinetic energy equation.

Mass of runner:	$M_1$
Running velocity of runner:	$V_1$

When, in using the machine, the belt is driven at a velocity equivalent to that of  $V_1$ , then:

Mass of machine rectilinear movement system:	$M_2$
Velocity of machine rectilinear movement system:	$V_2$
Moment of inertia of machine rotational movement system:	$I$
Angular velocity of machine rotational movement system:	$w$

It is therefore possible to express it in the following terms:

$$\frac{1}{2} M_1 V_1^2 \approx \sum \frac{1}{2} M_2 V_2^2 + \sum \frac{1}{2} I w^2 .$$

Satisfaction of the above approximation equation is what affords stability to the effectiveness of this invention; in the left-hand member, the condition is the weight of the runner and the right-hand member indicates content of the retention of kinetic energy in the movement system of the machine. In the later-described actual example no.1, applying numerical values to this equation we arrive at the following numerical value in terms of percentages in the case of a runner with a body weight of 60kg.:

$$100 \approx 4 + 116 \%$$

As above, in the majority of cases the right side is the second member; among those, the main constituent is made up of those resulting from the flywheel effect. In this connection, there are those retrograding-type machines on the market in which flywheels are installed, and if we were to apply numerical values as above to one example, we would find:

$$100 > 2 + 6 \%$$

In which the value of the right-hand member is conspicuously small. This is a case in which stationary portions are grasped by the hand while running and the results are to be expected since the intention is different. Even so, in the case of the actual example, the reason why such a disparity should be produced in the second member is the effect resulting from the coupling of a speed increasing mechanism to the roller axis and affixing a flywheel to its high-speed axis for the purpose of increasing the effects of accumulated energy. Inertia is proportionate to the square of the ratio of acceleration when mass and the radius of rotation are equal; and in this invention, if reduction of overall weight of the machine is to be sought, a speed increasing mechanism and flywheel inevitably become essential. The previously described condition of inertia approximation, however, has quite a wide range. For example, a machine structured to match a runner having a body weight of 60kg. can also provide stable operation for a child of 32kg. In the above equation, if the values of the left and right members are made equal, then theoretically it becomes possible to provide a sensation of running equivalent to that of normal surface running, even if the mobile center of gravity of the runner is fixed in the longitudinal front-to-rear direction. In this invention, since the mobile center of gravity of the runner

is elastically supported, there is no hindrance in running even though the ratio between the right and left members of the above equation are be greatly divergent. According to experimentation, stability in running at fixed speeds improves as the above ratio exceeds a value of 1; exceeding a value of 2 brings about a sensation of artificiality in acceleration and deceleration. Since sensation differs according to the runner, numerical limitations are difficult, but even with a movement system of low efficiency a value exceeding 0.5 is satisfactory, and the upper limit varies greatly with the spring constant of the elastic supporters allowed by the length of the running surface. Consequently, it would prove convenient in running if its composition were such that the flywheel effect would change automatically by making it a structure in which that effect could be easily altered, by coupling to the displacement of the runner or by other means.

It is effective in this machine to have a load applying apparatus for the purpose of carrying out intensified running activity; its structure can be easily achieved by means of any kind of known technology.

Next, the incline by which the front of the running surface is elevated to compensate for mechanical loss of the machine in the actual example described above and to maintain a natural running posture is  $1/50$ . In this condition and with a running meter attached, as a result of comparing former and latter data of continuing a planned amount of running everyday for a period of approximately three months and thereafter carrying out normal surface running, we were able to confirm that the effect on the improvement of the runner's constitution was equivalent to that of normal surface running.

However, power consumed in running  $3m/sec$  in the above actual example is shown at calculated values to be  $35W$ . We have a running load several times greater since, in contrast to this, normal surface running on a horizontal surface consumes a few watts. As previously described, the runner anticipates

lengthening his distance by running; and, though we exhausted every means in methods for decreasing mechanical loss of the machine, we determined that rather than seek means for further structural improvements a solution by means of the following method would be simple and more economical.

The means for achieving a running effect close to that of normal surface running is the idea of compensating through electromotive force that portion corresponding to the energy loss consumed by the machine movement system and making the principal constituents of the structure, such as the structure of the running belt, method of supporting the running surface, elastic support of the runner, ratio of retention of inertia of the runner and machine, etc., equal to that of the original form. At a glance, this seems to resemble the electric motor-driven type, however, the capacity of the motor is smaller since it is attached to a machine of basically different structure. An electric motor of large capacity in motor-driven types is considered to be good for maintaining stability during operation, but with this invention it is preferable that the torque of the electric motor be a marginal value where mechanical loss can be compensated; not only would a motor of large capacity be costly, it would also require a high degree of precision in torque control.

In regard to the characteristics of this electric motor including its control system, judging from its purpose, it is ideal that it be a D.C. motor or other means which can regulate output torque patterns in response to changes in the weight of the runner and characteristics of machine velocity/mechanical loss; however, giving consideration to the universality of the machine and in order to save trouble in maintenance, we used a single-phase induction motor which can be operated on household current and were able to obtain a machine providing a exceptionally good sensation of running having a simple control apparatus. The control necessary for the compensation of mechanical loss of the machine is electric motor torque control,



however; in the end result, speed control of the running belt is also acceptable. In regard to the elements of belt speed control, it can be easily structured by means of any method, such as by means of a movement distance sensor which senses changes in the center of gravity of the machine accompanying displacement or other means, and can be such that transmission output is altered accompanying displacement of the runner from the central location (elastic support mean point). Using any method, the speed at the central location is considered to be zero and control increases speed following displacement. An example of this is presented later as an actual example. As an extreme example for the purpose of making the control system concise, with a control system the main constituents of which are a switch and a variable resistor, it is possible to obtain as a result a sensation of running which is adequately satisfactory by merely controlling the motor by means of opening and closing the switch. Even by simplifying the control system to this extent, the reason that the machine fulfills its function is because the runner and the movement system of the machine are set at inertia values of the same level; both of these are considered to result from closed loop characteristics obtained through the frictional coupling of the soles of the shoes with the running belt and the elastic coupling of the mobile center of gravity of the runner with the support base.

In this invention the purpose of the electric motor is to produce the torque of that portion which compensates loss. In analyzing the torque found in machine loss, we find two main types, moving the belt under no-load conditions and running resistance which changes due to the weight of the runner. Since the former can be considered generally uniform and the latter can be considered to be generally proportionate to body weight, as a result, a smooth-running torque motor having maximum torque at medium speeds allowing the regulation of torque due to changes in the weight of the runner is appropriate. Utilizing a single-phase torque motor of medium resistance which could

provide the characteristics required, we were able to obtain results which were fully satisfactory. The torque approached required compensation values at medium speeds and correspondence to changes in the weight of the runner could be achieved through increasing or decreasing the voltage supply.

Next, taking advantage of the previously described machine characteristics, we examined the possibility of mechanical loss compensation by means of variable-speed electric motors; and as a result of actual operation, we found that the running sensation was satisfactory if their maximum torque was in a range less than machine loss compensation values and confirmed that running which corresponds to the acceleration and deceleration characteristics of the electric motor was fully possible if the runner were able to switch in a speed setting device prior to running or matching the running speed intended during operation.

In addition, the machine possesses flexible characteristics in relation to the control of the electric motor, as described above, and it is possible to obtain numerous combinations of the electric motor and the control apparatus utilized through known technology. Furthermore, it goes without saying that it is allowable to use an electric motor the capacity of which greatly exceeds that required as long as the control apparatus is reliable. In relation to torque compensation values, in order to provide operation which is stable and safe, the compensation value can be lowered at low speeds, approach the required value at medium speeds and again at high speeds compensate incompletely. Through over-compensation it is also possible to force the runner to be compelled to run.

Next, the make-up of the running belt, the attachment of the flywheel, etc., are exactly the same when an electric motor is attached as in the case described earlier from page 3 line 16 through page 6 line 7, but in regard to inertia, it is necessary to determine ratios of the electric motor and including all moving parts which interact with it.

When an electric motor is attached, it is simple to provide a forced load through the effect of electric generation damping resulting from the supply of direct current to the stator windings.

With the above, we complete our explanation of the composition of the machine. The conceptualization of this invention has as its goal a machine which allows free and arbitrary operation by the runner by means of elastically supporting the mobile center of gravity of the runner within the machine framework; other incidental conditions are means for obtaining ideal efficiency.

Previous paragraphs of this section deal with the compensation of electromotive force, which has been achieved in a generally complete form; machines not dependent on electric motors, however, also have great value in utilizing for purposes of their own. The mentality of desiring to run is something that humans fundamentally possess, and group marathons, which continue to develop year after year, are a representative example of this. This invention, which allows the incorporation of movements of the whole body in the use of retrograde-type running machines, which have a long history, provides the effect of whole body exercise, an essential part of normal surface running, and, in addition to health maintenance and training, it also has extremely great value as a machine which lends assistance in running.

#### A Simple Explanation of the Diagrams:

Fig. 1: Overview of the overall composition, illustrating the principles of Actual Example No.1.

Fig. 2: Partial overview of the rollers.

Fig. 3: Lateral cross-sectional view of a machine employing rollers.

Fig. 4: Overview of the overall composition, illustrating the principles of Actual Example No.2.

Fig. 5: Block diagram of an electric motor speed control

system.

Fig. 6: Lateral view of a machine which controls speed through changes in the center of gravity.

Fig. 7: Block diagram of an electric motor speed control system.

The Most Ideal Configurations for Realizing this Invention: Giving reference to the diagrams, we will give an explanation of the actual examples. Fig. 1 is an overview illustrating the overall composition of Actual Example No.1 for the purpose of explaining the principles of the invention. The illustration was made with the various parts mutually separated in order to improve understanding, but the actual machine is unified in a compact manner allowing for safe operation. The front and rear rollers 1,2 and the support rollers 3 are supported on the support base 5 in a manner allowing them to be very easily and lightly driven by the endless belt 4. An apparatus for tightening the belt 4 and an apparatus which has the ability to regulate the degree of incline of the front end of the running surface are installed in the support base 5. Flywheel 7 is coupled to one extremity of the axis of front roller 1 through speed increasing mechanism 6. Belt 8, girdling the pelvic region of the runner, is linked to the support framework 10, 10' by means of rubber straps 9, 9'; and the runner can move his whole body freely with his pelvic region as center.

The above is a general outline of the make-up of the mechanism, but detailed consideration is necessary in regard to each of the parts of which it is composed. We will now give an explanation of the actual examples, including their record of performance.

As already described above, for the purpose of decreasing mechanical loss and the unpleasant sensation of the runner's shoes sinking in between the support rollers 3, it is necessary to forcefully increase tension of belt 4, requiring a resistant force corresponding to this. If it is too thick, however, there

is an undesirably great mechanical loss due to flexion at the front and rear rollers 1, 2. As a result of experimental use of various materials, we found that a 1.2mm vulcanized surface layer of synthetic resin over a core of synthetic fiber canvas provided comparatively good results in the actual example having rollers of 100mm diameter.

When the running surface is composed of a belt, the support rollers 3 are an essential part influencing the performance of the machine and their selection can greatly alter its efficiency. It is necessary to arrange them as closely together as possible in order to decrease mechanical loss and improve the sensation of the treading surface. Small-diameter rollers are arranged in close proximity to one another in order to achieve that end; there are, however, also limitations in strength, and even more satisfactory results can be obtained by means of the following method. Fig. 2 is a partial overview illustrating the support rollers as gyrating rollers and Fig. 3 is a lateral cross-sectional view illustrating the principles of the composition of a machine utilizing such rollers. The structure is such that shafts are provided in both extremities of 18mm diameter roller 21; chain roller 22, linked end to end and fitted into this, is wound around sprocket wheel 24 of common axis 23 installed in the front and rear of the running surface; the under surface of the running portion is supported by the smooth fixed plate 25. Since in principle the runner's weight is supported directly by the fixed plate through the medium of the rollers, it is possible to make the rollers of small diameter and the sensation of the treading surface is also good; however, it is important to give due consideration to selection of materials and manufacturing precision for the purpose of decreasing noise.

The best method for improving the sensation of the treading surface is to make the running surface a plane surface, and we produced an experimental model of a running belt of a configuration commonly called a slat conveyor. The running

surface was formed by bringing together in close proximity hard wooden material with a dimension of 25mm in the direction of movement linked together into an endless configuration by roller chain having a pitch of 25.4mm such that the lower extremity of their line of union met the center of the roller axis; the under surface of the roller chain which is the running portion was supported on smooth rails. As anticipated, the sensation of the treading surface of this actual example was extremely good. We found, however, that running resistance was great when plain bearings were utilized as chain roller bearings and solved this through the use of ball bearings. We also found that in this case, too, it was necessary to prevent the occurrence of noise through such means as the use of synthetic resins as materials for the rollers, etc. In addition, there is no necessity for a flywheel if the weight of the running belt approximates that of the runner.

The necessity of the speed increasing device 6 and flywheel 7 and their technological content are as described in detail in the section referred to as "concepts of the invention." In this actual example we were able to obtain a mechanism of satisfactory efficiency without the occurrence of noise by means of a rubber belt with teeth on its inner surface which intermeshes with two toothed pulleys. We adopted the method of attaching a circular ring as required by necessity in order to regulate the effect of accumulated energy of the flywheel 7. It is ideal to have a highly efficient stage-less speed increasing device.

Next, since the rubber straps 9, 9', which as elastic supporters are an essential element of this invention, extend their influence on the running sensation, it is necessary to select ones which are appropriate. They have a normal length of 40cm and a spring constant of 0.1kg/cm, and good results can be obtained with an interference range of the tension of the straps of 20cm front and rear. In order to provide stability and prevent deviations to the side while in operation, the left

and right tie-down points on the support framework are widened somewhat, effectively providing resistance to side deviations by the runner.

As a damping device for the purpose of intensified activity, we carried out experimentation on methods of pressure contact on the flywheel 7 by frictional material, methods of producing inductive current in the flywheel by means of powerful permanent magnets, etc., all of which were effective.

With the above we have completed our detailed structural explanation and continue with an explanation regarding methods of usage. As previously described, even though mechanical loss of the machine were decreased to the utmost, since a resistance to running in the range of 2 - 2.5% is applied in relation to the weight of the runner, posture tends to deteriorate when used on a horizontal surface. Consequently, the sensation of running is good when used with the frontal section inclined to an extent that counterbalances this rate of resistance. In cases where the running surface is a belt which is supported on rollers, mechanical loss of the machine is decreased if running shoes having somewhat stiffer soles are worn. In the actual example according to Fig. 1, a speed of 12km/hr with a stride of 45cm was easily obtained. Since the effective length of the running surface is 90cm, this means that the feet of the runner are in the air out of contact with the running surface in the same manner as with normal surface running.

The following is an explanation regarding the configuration of a method of compensating mechanical loss by means of electromotive force. Fig. 4 is an overview illustrating the overall structure of the actual example for the purpose of explaining its principles. Since the part numbers 1 - 10 described in Fig. 1 correspond entirely in terms of content, structure and purpose to those of Fig. 4, the explanation will be abbreviated by adding the letter 'a' to these symbols and confining our explanation to newly added parts. Electric motor 42 is coupled to the high speed axis of the speed increasing

mechanism 6a through the speed changing device 41. Tension sensor 43 is centrally affixed to the crossbeam which crosses the upper portion of the support framework 10a; this is linked to the pelvic belt 8a by means of line 44. Next is an explanation of the apparatus which controls the speed of electric motor 42. Fig. 5 is a block diagram of the speed control system, which is made up of the tension sensor 43 and the voltage regulator 45; the load side is connected to the electric motor 42 and main switch 46 is in the electrical supply side.

Since a description of the general outline of the structure has been given with the above, we will now give an explanation regarding the details of each part. The structure of the speed changing device 41 is made identical to that of the speed increasing device 6a; and the rotor of the universal single-phase 100V condenser motor 42 is treated and given medium resistance torque characteristics such that, with the characteristics after improvements are made, it produces a torque of approximately  $0.03\text{kg-m}$  at 1800 rpm, with operation at 50Hz, 80V. At this rpm, the speed of belt 4a is set at approximately 3m/sec. The line 44 is a narrow rubber tube.

The tension sensor 43, as a differential transformer of coarse precision, provides output to the triac of the voltage regulator 45, whereby torque of the electric motor is produced which is roughly proportional to tension and by selection so that full voltage is applied at a displacement of 100mm, an extremely natural sensation of running can be obtained.

We have already explained that the dynamic characteristics of this machine are extremely expedient for the purpose of simplifying electric motor properties and control apparatus; from among other actual examples constructed with the goal of simplifying the control apparatus, we will give an explanation of methods which are simple and which afford good results. Fig. 6 is a lateral view illustrating the principle in which the fluctuation of the center of gravity of the machine accompanying



the displacement of the runner is regarded as the control element, and Fig.7 is a block diagram of the control system of the electric motor. The machine is supported by bearing 62 and compressed spring 63, which are affixed to base 61, and is constructed so that forward portion rises and falls with the displacement and springing action of the runner. The switch 64, affixed to the base 61, is opened and closed by the pushrod 65, affixed to the front portion of the support base 5a in such a manner that it can be vertically regulated. In the control circuit, the variable resistor 66 is connected in parallel with the switch 64 and the load side of electric motor 42 is connected to the power source through the master switch 46. Regulation of the action of the switch is such that the switch is open when the runner stands in the center and closes when the runner moves toward the front and is configured through the selection of the response disparity between the open and closed positions and the size of the compressed spring 63.

As described previously, since there are times while running when both feet are off of the running surface, the switch will be repeatedly opening and closing at each step and since the time interval of electrical connection will be roughly proportional to the displacement of the runner, a favorable sense of running can be obtained in spite of the fact that the control apparatus is simple. The variable resistor 66 is effective in the smooth operation of the rotor and for the purpose of regulating the effects of torque compensation due to the weight of the runner. When the displacement of the runner is taken as an element, even a simple control system such as this will satisfactorily stand up to actual use.

-----

特許協力条約に基づいて公開された国際出願

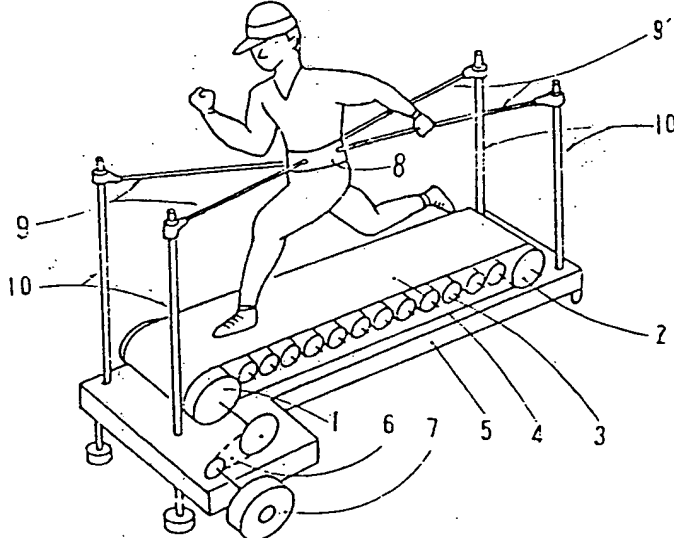
(51) 国際特許分類 A 63 B 23/06	A1	(11) 国際公開番号 WO 81/01960 (43) 国際公開日 1981年7月23日 (23. 07. 81)
(21) 国際出願番号 PCT/JP80/00003 (22) 国際出願日 1980年1月9日 (09. 01. 80) (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 伊藤 徳四郎 (ITO, Teishiro) [JP/JP] 〒998 山形県酒田市光ヶ丘5丁目12番29号 Yamagata. (JP) (81) 指定国 DE (欧州特許), FR (欧州特許), GB (欧州特許), US. 添付公開書類 国際調査報告書 補正書 説明書		

(54) Title: RUNNING MACHINE

(54) 発明の名称 ランニングマシン

(57) Abstract

Running machine which can move in the same manner that the entire body and limbs move to run, and run at a high speed including acceleration and deceleration selected by a runner, and incorporates an endless movable belt moving backwardly as the user runs, in order to safely obtain the running exercise effect. This machine consists of first means for longitudinally elastically supporting the runner's abdomen or waist at a supporting base to thereby apply the motion of the upper body to the machine, and second means for limiting the ratio of the runner's inertia to the mechanical exercise system's inertia to a predetermined range to thereby stabilize the running exercise. In order to render the running feeling close to that of natural running, the mechanical loss of the mechanical exercise system is reduced to as great an extent as possible. Compensating the residual mechanical loss by an electromotive force is practical and economical.



(57) 要約

全身の動きをランニングと同じくすることができ、かつ、走者が選ぶ任意の加・減速を含む高速の走行を可能とし、さらに安全でランニング本来の運動効果が得られる走者の走行により、反動後進するエンドレス走行機構をもつランニングマシンを提供するものである。

走者の腰腹部分を支持台に於いて前・後方向に弾性支持することで、上半身の動きを加えることを可能とする第1の手段と、走者のイナーシャに対して機械運動系のイナーシャの比率を或る範囲に限定することで、走行の安定をはかる第2の手段とから構成される。

さらに、走行感を自然に近づけるためには、機械運動系の機械的損失の徹底的な減少であるが、なお、残存する損失は駆動力で補償することが実質的であり、経済的でもある。

情報としての用途のみ

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第1頁にPCT加盟国を同定するために使用されるコード

AT	オーストリア	KP	朝鮮民主主義人民共和国
AU	オーストラリア	LI	リヒテンシュタイン
BR	ブラジル	LU	ルクセンブルグ
CF	中央アフリカ共和国	MC	モナコ
CG	コンゴ	MG	マダガスカル
CH	スイス	MW	マラウイ
CM	カメルーン	NL	オランダ
DE	西ドイツ	NO	ノールウエー
DK	デンマーク	RO	ルーマニア
FI	フィンランド	SE	スウェーデン
FR	フランス	SN	セネガル
GA	ガボン	SU	ソウリエト連邦
GB	イギリス	TD	チャード
HU	ハンガリー	TC	トーゴ
JP	日本	US	米国

明 細 書

( 発 明 の 名 称 )      ランニングマシン

( 技 術 分 野 )      この発明は、走者の走行によつて、反動後退する  
エンドレス走行帯をもつランニングマシンの改良に関する。

( 技 術 背 景 )      この運動機は、主として脚力の増強を目的として  
5 開発されたものであり、汎用されている構成は、前後に水平並行  
に對向して軸支したプーリーに、エンドレスベルトを巻掛け緊張  
し、走行面とする下面を、近接して配列したフラットなローラー  
で支承するものであり、使用にあたり走者は支持台に立設した把  
手または手摺を把持するのが一般的である。また走行面を前上り  
10 に傾斜して、体重の分力で走行面を後退させ、これに制動装置を  
付したものもあり、低速の走行を可能とする。次に、類似する主  
体の構造をもつものに、走行面を電動機で駆動するものがあり、  
走者は走行面の速度に同調して走行するものである。

ともに保健・訓練・医療用としての利用度は高く、その部分的  
15 な改良の出願は多い。その中で改良の目的がこの発明と類似して  
いると考えられるものは、調査した範囲で実開昭51-105567号、  
実開昭53-145568号の2件がある。

( 発 明 の 開 示 )

前項に記載した3型式のうち、前者は走行に際して把手または  
20 手摺を把持する必要があるため、ほとんど上半身の運動を加える  
ことができない。次のものは上半身の動きを加えることができる  
が、原理的に高速の自由な走行はできない。これに対し電動駆動  
のものは全身をランニングの動きとすることができるが、一般に

予め設定した速度に同調して走行するか、または走者の変位を利用して走行面の速度を自動的に制御しても制御上のおくれがあり、走者は走行のための習熟を必要とし、走者の選ぶ加・減速度が大きければ必然的に走行面を長くする必要がある。

5 この発明は前記した問題点を排除し、走者の姿勢を地上のランニングと同じように上半身の動きを加えながら、さらに走者が選ぶ任意の加・減速度を含めた定速の安全な走行を可能とし、ランニング本来の全身的な運動効果を期待できるランニングマシンを提供するものである。（以降；この明細書において、地上の走行をランニング、ランニングマシンによるものを、走行と表現記載  
10 する。また近似とは近いレベルを表す語意として使用する。）

ランニングを力学的に表現すれば、走者が地面を蹴ることにより生ずる反作用として、走者が地面に相対して移動する現象であり、筋力の放出の一部は、走者のもつ質量を加速させるための力学的な運動エネルギーとして転換される。またその速度は常に加速と減速を繰返しながら、定速を保つことを目標とするが力学的  
15 には著しく効率が悪く、これが運動の効果として表れる。

反動後退するエンドレス走行面をもつランニングマシン（以降；マシンと略称する。）において、走行のとき移動重心をなす腰部を走行面の中位点において、支持台に対し上下・左右方向には遊動的に、前後方向には移動に伴い力を増すように弾性的に支持  
20 すれば、走者は手で把手を把持することなくランニングと同様に上半身の動きを加えることができる。しかし、それだけでは足下が不安定で円滑な走行は得られない。安定な走行を得るために

は、走者の靴底と走行面との間に、ランニングと同様に加速または減速、さらに定速を維持するために必要とする運動エネルギーの授受がなければならない。

5       その対策として、走者がランニングのとき保有する運動エネルギーの値と、マシンを使用して同一の速度を走行面に与えるとき、  
走行面およびこれに従動する運動系に保有される運動エネルギー  
の値を、近似させるようにマシンの運動系を構成することによつて、ランニングと近似する走行感の得られるマシンの可能性を想定し、実施した結果、その想定が正しいと確認した。なお運動エネルギー近似の条件は、マシンの運動系の或る回転軸からみた走者のイナーシャと、マシン運動系のイナーシャを近似させる（イナーシャ近似の条件）と表現することもできる。

10       また、弾性支持体は走者の加・減速に伴う運動エネルギーを一時的に貯留し、または放出して、走行の安定と走行感の改善に有利に作用することを目的とする。

15       ランニングの性質として、走者は速度を高めると共にその距離を伸すことを期待する。従つて走行面およびこれに従動する運動系において消費するエネルギー損失は、最低となるように構成に留意する必要がある。とくに走行面を形成する走行帯の材質と構造および走行部分の支承方法は、エネルギー損失の軽減と踏面の  
20       感触を改善する上に重要なものであり、実験の結果、実用に足りる構造の一つは前後にプーリーを設け、エンドレスベルトを巻掛け、走行面とする下部に受けローラーを緻密に配列した、通称ベルトコンベヤ状のものである。走行帯をベルトとするときは、前

後のプーリーでの屈曲抵抗をはじめとし、走者の靴底がベルトを介して受けローラーの間隙にめりこむことによつて生ずるエネルギー損失は意外に大きいものである。その対策の一例を実施例として後に記載する。

次に走行帯をベルトによらない構成でさらに感触のよい走行面を得ることができる。その構成は、走行方向に直角に細分した同形状の踏板の両端をローラーチェーンで連結し、エンドレスにしたものを前後の鎖車に巻掛け、走行部とする部分のチェーンローラーの下部を平滑なレールで支承する構造であり、通称スラッドコンベヤ状である。踏面の感触は格段によく、適切な構成をとればエネルギー損失も減少することができる。

次に、この発明において主体の構成条件の一つとした（イナーシャ近似の条件）を運動エネルギーの数式で示せば次のようになる。

走者の質量を	$M_1$
走者のランニング速度を	$V_1$
マシンを用いて $V_1$ と同じ速度で走行帯を駆動するとき	
マシンの直線運動系の質量を	$M_2$
マシンの直線運動系の速度を	$V_2$
マシンの回転運動系の慣性モーメントを	$I$
マシンの回転運動系の角速度を	$\omega$ とすれば

$$\frac{1}{2} M_1 V_1^2 \doteq \sum \frac{1}{2} M_2 V_2^2 + \sum \frac{1}{2} I \omega^2 \quad \text{と表すことができる。}$$

上記の近似式を満足させることが、この発明の効果を着実にす

るものであり、左辺は走者の体重が条件であり、右辺はマシン運動系の運動エネルギー保有の内容を示すもので、後記する第1実施例において、前記した近似式に数値をあてはめると、体重60kgの走者のとき百分率で次の数値となる。

$$100 \approx 4 + 116 \quad \%$$

上記のように大半が右辺第2項であり、そのうちでフライホイールの効果によるものが主体を占める。因みに市販されている反動後退型のマシンで、フライホイールを設けたものもあるが、その一例を前記のように数値にして入れると、

$$100 > 2 + 6 \quad \%$$

となり著しく右辺の値が小さい。これは手で固定部を把持しながら走行するものであり、目的が異なるから当然の結果である。としても第2項にこれほどの差異を生ずる理由は、実施例の場合、蓄勢効果を増すために、プーリー軸に増速機構を連結し、その高速軸にフライホイールを固設したことによる効果である。イナーシャは質量と回転半径を同一とすれば増速比の自乗に比例し、この発明においてマシンの総重量の低減を求めれば、必然的に増速機構とフライホイールを必要とする。但し、前記の（イナーシャ近似の条件）はかなり幅が広いものである。例えば体重60kgの走者に合せて構成したマシンで、体重32kgの児童を走行させても安定した走行ができる。前記の数式において、左右両辺の数値を等しくすれば走者の移動重心を前後方向に固定した場合でも、理論的には走行感をランニングに等しくできることになるが、この発明では走者の移動重心を弾性的に支持しているので、前記数式の



右辺対左辺の比率が相当に大きくても走行に支障を与えない。実験によれば前記比率が1を超えるほど定速走行において安定がよく、2を超えると加・減速に不自然感を伴う。走者により感覚が異なるので数値的な限定は困難であるが、運動系が低効率でも0.5以上であることがよく、上限は走行面の長さにより許される弾性支持体のばね定数で大きく変移する。従つてフライホイールの効果を簡単に変更できる構造とするか、走者の変位に連動するなどして、自動的にその効果が変わる構成とすれば走行に便利である。

次にこのマシンにおいても強化運動を行うための負荷装置は有効で、その構成は公知技術の何れでもよく容易に達成できる。

次に、前記した実施例のマシンの機械的損失をカバーし、走行姿勢を自然に保つために走行面を前上りとした勾配は1/50である。この状態で走行計を付し、約3ヶ月毎日計画量の走行を続け、その後にランニングを行い、前後のデーターを比較した結果、走者の体質改善にランニングと同等の効果のあることが確認された。

しかし前記の実施例で3 m/secの走行において消費する仕事率は計算値で35 Wとなる。これに対し水平な状態のランニングは数 Wであり、数倍の負荷走行となる。前記のように走者は走行距離を伸すことを期待するものであり、マシンの機械的損失を低減する方法に手を尽したが、これ以上構造の改善を追求するよりは、次の方法による解決が簡単で、より経済的であると判断した。

ランニングに近い走行効果を求めるその手段は、マシンの走行帯の構成、走行面となす部分の支承方法、走者の弾性支持、マシンと走者のイナーシャの保有比率など、主体の構成は原形と同じ

くし、マシンの運動系で消費されるエネルギー損失に相当する分を電動力で補償しようという思想である。一見すると電動逐動型のものと似たように思えるが、基本的に異なる構成のマシンに付加するものであるために、電動機の容量は小さくなる。電動駆動型のものは電動機の容量の大きいことが、走行に際しての安定性が良いとされるが、この発明では電動機のトルクはマシンの機械的損失を補償できる限界値であることがよく、容量の大きいことが高価となるだけではなく、トルク制御に高い請度を要求されることになる。

次に、この電動機とその制御系を含めての特性は、その目的から走者の体重の変化と、マシンの速度－機械的損失の特性に応じて、出力トルクのパターンを調整できる直流機などが理想的であるが、汎用性を考慮して保全の手数を省くため、家庭電源で利用できる単相の誘導電動機とし、簡単な制御装置を付して極めて走行感のよいマシンを得ることができる。マシンの機械的損失の補償に必要とする制御は、電動機のトルク制御であり、結果的には走行帯の速度制御でもよい。走行帯の速度制御の要素は走者が中位点（弾性支持平衡点）からの変位に伴い発信出力を変えるものであればよく、移動距離のセンサによるもの、変位に伴うマシンの重心の変化をとらえるなどの、何れの方法でもよく簡単に構成できる。何れの場合でも中位点で速度をゼロとし、変位に従い速度を増す制御とすることがよい。その一例を実施例として後記する。制御系を簡潔にするための極端な実施例として、制御主体を弾動開閉器と可変抵抗で構成し、その開閉で電動機を制御したも

のでも、充分に走行感を満足させる結果が得られる。ここまで制御系を簡略してもマシンがその機能を果すことは、走者とマシンの運動系が同レベルのイナーシャ値に選ばれており、かつ、両者は靴底と走行帯での摩擦結合、走者の移動重心と支持台の弾性的な結合により得られる閉ループ特性によるものと考えられる。

5 次に、この発明において、電動機はマシンの損失を補償する分のトルクを発生させることが目的であり、マシンの損失に見合うトルクを分析すると、無負荷状態で走行帯を動かすものと、走者の体重によつて変化する走行抵抗の二つが主である。前者はほぼ一定とみてよく、後者はほぼ体重に比例すると考えられるので結果として、走者の体重の変化によつてトルクを調整できる、なだ  
10 らかで中速に最高値のトルクをもつトルクモーターが適応することになる。必要とする特性が得られる中抵抗の単相のトルクモーターを使用して、充分に満足する結果が得られた。そのトルクは中速において必要とする補償値に接近するものであり、走者の体  
15 重の変化への対応は供給する電圧を増減することによい。

次に、前記したマシンの特性を利用し、可変速電動機による機械的損失補償の可能性を検討し、実施した結果、その最大トルクがマシンの損失補償値を下廻る範囲であれば走行感はよく、走者は走行に先立ち、または走行中に予定する走行速度に合せて速度  
20 設定器を切替えるようにすれば、充分に電動機の加・減速特性に対応する走行が可能であることが確認された。

この他に、マシンは前記したように電動機の制御に対して弾力的な特性をもつので、使用する電動機とその制御装置は、公知技

術による数多くの組合せが得られる。なお制御装置が確実なものであれば電動機の容量が必要とするものより遥かに大きいものでも支障のないことは当然である。なおトルク補償値に関し、走行を安定し安全な走行を得るためには、低速の補償値を低くし、中速では必要値に接近させ、高速では再び不足補償であることがよい。また過補償として、走者に強制走行を与えることもできる。

次に、3ページ16行から6ページ7行に記載した走行帯の構成およびフライホイールの付加などに関しては、電動機を付したときでも全く同じであるが、イナーシャについては電動機およびそれを掛合するための運動体のすべてを含めて比率を定める必要がある。

次に、電動機を付した場合は、固定子巻線に直流を供給することとで発電制動の効果で、強制負荷を与えることが簡単にできる。

以上によつて、構成の説明を了える。この発明の発想は、走者の移動重心を機枠に弾性支持することにより、任意の走行を可能とするマシンを目標としたものであり、付帯した他の条件は理想的な効果を得るための手段である。

この項の前段に記載した目標は、電動力補償のものでほぼ完全に達成されたが、電動機を付属しないものも、それなりの目的で利用価値は高い。ランニングを希求する心理は、人間本来のものであり年々発展する集団マラソンはその代表的な例である。永い歴史をもつ反動後退型のランニングマシンに、全身の動きを加えることを可能としたこの発明体は、ランニング本来の全身的な運動効果を与えるもので、保健・訓練の他に走行補助機としての価

値は極めて高いものである。

(図面の簡単な説明)

第 1 図は、第 1 実施例の原理を表した総構成の斜視図。

第 2 図は、転り受けローラーの部分斜視図。

第 3 図は、転り受けローラーを採用したマシンの側断面図。

5 第 4 図は、第 2 実施例の原理を表した総構成の斜視図。

第 5 図は、電動機の手速度制御系のブロック図。

第 6 図は、重心変化で速度を制御するマシンの側面図。

第 7 図は、電動機の手速度制御系のブロック図である。

(発明を実施するための最良の形態)

10 この発明の実施例について図面を参考にして説明する。第 1 図は発明の原理を説明するために第 1 実施例の総構成を表した斜視図である。理解をよくするために部品相互を離して作図したが、実物はコンパクトに、かつ安全に走行できるようにまとめられている。前・後プーリー 1、2 および受けローラー 3 は、エンドレス  
15 ベルト 4 に極めて軽く従動するように支持台 5 に軸支されている。なお支持台 5 にはベルト 4 を緊張する装置と、走行面を前上に傾斜させることができる調整装置を設けてある。前部プーリー 1 の軸端から増速機構 6 を経由してフライホイール 7 が結合されている。走者の腹腰部に着用した腰ベルト 8 は、ゴム紐 9、9'  
20 により、支持棒 10、10' に連結されており、走者は腹腰部を中心として全身を自由に動かすことができる。

以上が機体を構成する大要であるが、構成する各部については細かい配慮が必要であり、実施例での実績を加えて説明する。

既に記載したようにベルト 4 は、走者の靴底が受けローラー 3 の間隙にめりこむ不快感と機械的損失を減少する目的で、強力に緊張を加える必要があり、それに対応する抵抗力を必要とする。但し厚すぎると前後のプーリー 1、2 での屈曲に際して機械的損失が大きくなり好ましくない。種々のものを試用した結果、プーリー径を 100mm とした実施例において、合成繊維の帆布を芯体とし、合成樹脂を表裏に加硫した厚さ 1.2mm のものが比較して良い結果を与えた。

受けローラー 3 は走行帯をベルトで構成したとき、マシンの性能を左右する重要な部品であり、その選択によつてマシンの性能は大きく変移する。機械的損失の減少と踏面の感触をよくするために、できるかぎり緻密に配列する必要がある。そのためには小さい径のローラーを近接して配列することであるが、強度的にも限界があり次の方法によつてさらに良い結果が得られた。第 2 図は受けローラーを転りローラーとした部分斜視図であり、第 3 図はそれを使用してマシンを構成する原理を表す側断面図である。直径 18mm のローラー 21 の両端に軸を設け、これにローラーチェーン 22 を嵌合し、エンドレスに連結したものを、走行面の前後に設けた共通軸 23 をもつ鎖車 24 に巻掛け、走行部となる下面を平滑な定盤 25 で支承する構造である。原理的に走者の体重はローラーを介して直接定盤で支承されるので、ローラーの径は小さくても踏面の感触はよいが、騒音を防止するため材質の選択と加工精度に留意する必要がある。

次に、走行面は平面である事が踏面の感触をよくする最良の方

法であり、通称スラッドコンベヤ状の走行帯を試作した。走行方向に25mmの寸法の硬質の木材を近接し、その接合線下端がローラーの軸心となるようにして、25.4mmのピッチのローラーチェーンでエンドレスに接続し、走行部となるチェーンローラーの下面を平滑なレールで支承して走行面を形成した。この実施例による踏面の感触は期待した通り極めて良い。但し、チェーンローラーの軸支をプレーンベアリングしたときは走行抵抗が多く、ボールベアリングの採用で解決した。但しこの構成においてもローラーの材質を合成樹脂にするなどして騒音の発生を防止する必要がある。また、走行帯の重量が走者の体重と近似すればフライホイールを必要としない。

次に、増速機構6とフライホイール7の必要性と、技術的な内容については（発明の開示）の項に詳細に記載した通りである。この実施例において増速機構6は内側に歯を設けたゴムベルトとし、それに掛合する2箇の歯付きのプーリーにより、騒音を発生しない効率よい機構が得られた。フライホイール7の蓄勢効果の調整は、必要によつて円環を付加する方法を採用した。高い効率をもつ無段の増速機構が得られれば理想的である。

次に、この発明に於て必須要件である弾性支持体をなすゴム紐9、9'は、走行感に影響を与えるので適切なものを選ぶ必要がある。自然長40cmの、ばね定数0.1 kg/cmのものであり、前後のゴム紐の張力の干渉範囲を20cmとして良い結果が得られた。なお、走行に対しての横振れを防ぎ安定させるためには、図示したように支持枠の係止点を左右に開き加減として、走者の横振れに抵抗

を与えることが有効である。

次に、強化運動のための制動装置として、フライホイール7に摩擦材を圧接させる方法、強保磁率をもつ永久磁石でフライホイールに誘導電流を発生させる方法、などの実験をしたが、その何れも有効であつた。

5

上記によつて構成の詳細な説明を了えたので、使用方法について説明する。前記のようにマシンの機械的損失を極力減少させたとしても、なお走者の体重に対して2～25%程度の走行抵抗を与えるので、水平にして使用すると姿勢が崩れる。従つて、この抵抗率に見合うていど前部を上げ傾斜させて使用すると走行感  
10  
が良い。走行面をローラーで支承したベルトによるときは、やや硬めの平底をもつ運動靴を使用するとマシンの機械的損失は減少する。第1図による実施例で時速12 km/h、歩幅145 cmが容易に得られた。走行面の有効長さは90 cmであるので、このことはランニングと同様に走者の両足が宙に浮くことを意味する。

15

次に、マシンの機械的損失を電動力で補償する方式とした形態について説明する。第4図はその原理を説明するための実施例の総構成を表す斜視図である。なお第1図に記載した部品符号1から10までは、この図面においても内容・構造・目的も完全に一致するので、(a)の符号を付記して説明を省略し、新しく付加した部  
20  
品の説明に止める。増速機構6aの高速軸に変速機構41を介在し、電動機42に係着する。また支持枠10aの上部に横架した梁の中央に張力センサ43を固設し、これと腰ベルト8aをロープ44で連結する。次に電動機42の速度を制御する装置を説明する。第5図は速度制



御系のブロック図であり、張力センサ43と、電圧調整器45からなり、その負荷側に電動機42を接続し、電源側に主開閉器46を設ける。

上記によつて構成の概要を記載したので、各部品の詳細について説明する。変速機構41の構造は増速機構6aと同じくし、電動機42は汎用の単相100Vのコンデンサーモーターの回転子を加工して中抵抗のトルク特性を持たせ、改造後の特性は50Hz、80Vの運転で、 $1800\text{rpm}$ のとき約 $0.03\text{kg-m}$ のトルクを発生するものである。なおこの回転数でベルト4aの速度は約 $3\text{m/sec}$ となるように選定した。ロープ44は細いゴムチューブである。

次に、張力センサ43は粗い精度の差動変圧器とし、その出力を電圧調整器45のトライアックに与え、張力にほぼ比例した電動機のトルクを発生するものとし、変位 $100\text{mm}$ で全電圧となるように選定することで極めて自然な走行感が得られた。

次に、このマシンの力学的特性は電動機の特性和その制御装置を簡単にするために、極めて有利であることは既に説明したが、制御装置を簡単にする目的で構成した他の実施例のうちで、単純で良い結果の得られた方法について説明する。第6図は走者の変位に伴うマシンの重心の変化を制御要素とする原理を示す側面図であり、第7図はその電動機の制御系のブロック図である。マシンは、受台61に固設した支点62と圧縮ばね63で支持し、走者の変位および跳躍によつて前部を上下するように構成する。受台61に固設した弾動開閉器64を支持台5aの前部に、上下調整可能に固設した押棒65で開閉を可能とする。制御回路は弾動開閉器64に並列

に可変抵抗66を接続し、負荷側に電動機42電源側に主開閉器46を介在して電源に接続する。弾動開閉器の動作点の調整は、走者が中位点に立つとき開であり、前部に移るとき閉となるようにし、開閉の応差と圧縮ばね63のばね定数を選定して構成する。

5 前記したように走行には両足が宙に浮く時間が伴うので、各ステップ毎に開閉が繰返され、通電時間は走者の変位にほぼ比例するので、制御装置は単純であるに関らず良好な走行感が得られる。なお可変抵抗66は走者の体重によつてトルク補償の効果を調整するためと、回転子の滑らかな運行のために有効である。走者の変位を要素とするときはこのように単純な制御系でも、充分実用に  
10 耐える。

次に、トルクモーターを使用した実施例について説明する。既に記載したように、このマシンの機械的損失を補償する電動機の速度－トルク特性は、速度の上昇に伴い緩やかな上昇カーブをもち高速において降下するものがよい。中抵抗のトルクモーターの  
15 電圧を低下することで、起動から最大の使用範囲まで必要とするトルク特性が得られる。この停動トルクをマシンの機械的損失補償に対応するものを選定して、走行感のよいマシンが得られた。走者の体重の変化に対応するには、供給する電圧の増減でよい。なお、この場合変速機構41は増速させる機構とした。

20 次に、速度設定器をもつ可変速電動機による実施例について説明する。電動機は速度発電機をもちその電圧をヒードバックして供給電圧を設定速度に比較してコントロールできる单相の誘導電動機である。その最大の加・減速のトルクをマシンの機械的損失を

補償できる値に接近して選び、速度設定器を走行中の走者が操作し易い所に設けて実施した。設定した速度にマシンの速度が接近したときは、極めて良い走行感が得られ、任意の加・減速でも使用感に支障を与えることはない。

次に、強制負荷を与えるための制動装置について説明する。主開閉器46を中立双投として、負荷側に入れたとき整流器を通じて可調整の直流で励磁する方法である。発電制動の効果で、中速以上では希望する負荷走行が得られる。

以上によつて電動力補償によるマシンの構成に関し説明を了えたので、次に、その使用方法について説明する。全般的に電動機およびその制御装置を含めての制御特性を、マシンの機械的損失の補償に対応して正確なものを求めれば高価となるのを避けられない。制御装置を簡単にして安全な走行を得るためには、平均値において必要とするトルクに対して補償トルクを僅か低いレベルに選ぶ必要がある。必然的に生ずる対策として、走行面は僅か前上に傾斜させることが走行の姿勢を自然に保つ上に必要な措置である。なおトルクモーターを採用した実施例で時速 $16\text{ km/h}$ 、歩幅 $160\text{ cm}$ の実績が容易に得られた。

この発明の構成に必要なとする基本的な条件は、既に記載したように支持枠に対する走者の弾性支持であり、その状態で安定した走行を実現させるための走者とマシン運動系のイナーシャ近似の条件である。実施例の結果を分析すると、この両者は協調して走行を安定させるために効果のあることが確認された。その一例は前記近似式の左右両辺の比率を $1 : 1.2$ とした構成で、体重 $60\text{ kg}$

の走者が、約  $0.6 \text{ m/sec}$  の相対加速度でスタートし、相対速度が  $3 \text{ m/sec}$  に達するとき、走者は約  $30 \text{ cm}$  前方に変位しながら走行帯を加速し、約  $5 \text{ sec}$  後に中位点に戻り定速の走行を続けることができる。損失補償のためにトルクモーターを付したマシンを無負荷の状態で起動したとき、この速度になるまで約  $20 \text{ sec}$  を必要とする  
5 実績から判断しても、走行帯を加速させるためのエネルギーは走者から与えられるものであり、また急激に減速しても弾性支持体が有効に作用し、安全に中位点に立つことができる。上記のように急激な加・減速を含む定速の走行において、発明の基礎とした  
10 2条件の相乗した効果を確認することができた。

この発明において必須要件とする前記近似式の右辺対左辺の比率を決定することは走行感を満足するために重要な条件であり、実施例において得られた結果によつて説明する。定速走行においては、前記比率を大きくすることが走行感をよくするために有効であり、最大の加・減速に伴う走者の附勢と弾性支持の反力が釣  
15 合う位置ではその比率が1に近接することがよい。弾性支持体のばね定数を増大することは支持体をローブにすることであり、このときも前記と同じである。強制負荷を与えるために運動系に制動を付したときを別として、運動系の機械的効率の低いときでも走行感を満足する比率の下限は  $0.5$  であつた。比率の上限は、加  
20 ・減速度を低下すれば大きいほどよく、加・減速度、弾性支持の特性、走行面の長さなどを条件に入れて下限値との調和の中で最適の比率を求める必要がある。また電動機のトルクを過補償とするときは、走行に際して安全に心掛ける必要がある。

## 請 求 の 範 囲

1. 走行により反動後退するエンドレス走行帯をもつ走行機において、次の構成よりなることを特徴とするランニングマシン。

(a) 前後に水平並行に対向し支持台に軸支した回転体に、走行と直角方向に自由な屈曲性をもつエンドレス走行帯を捲回し、その走行面とする部分は走行方向に滑動的に支承する装置を設け、支持台を後傾する装置を付帯して主体を構成する。

(b) 機体のある回転軸からみた機体運動系のイナーシャの、走者を走行面に固定して同軸からみて計算した走者のイナーシャに対する比率は、その値が0.5以上となる機体運動系のイナーシャ量を選定する。

(c) 走行面の中位点において、走者の腹腰部と支持台の間を弾性支持体で結合し、前記中位点から走者が前後に変位するに従い支持力を増加するように走者を弾性支持する。

2. 走行帯はエンドレスベルトとし、その前後の案内をプーリーとし、走行面とする走行帯の下面に複数のローラーを配列して走行面を形成する請求の範囲第1項記載のランニングマシン。

3. 走行帯は走行方向と直角に細分した踏板の両端をローラーチェーンでエンドレスに接続し、その前後の案内を鎖車とし、走行部とするチェーンローラーの下面をレールで支承して走行面を形成する請求の範囲第1項記載のランニングマシン。

4. 走行帯に従動する回転体の軸に増速機構を掛合し、その増速軸にフライホイールを固着して運動系を構成する請求の範囲第1項又は第2項又は第3項記載のランニングマシン。

5. 機体運動系に制動装置を設け走行帯を制動する請求の範囲第1項又は第2項又は第3項記載のランニングマシン。
6. 走行により反動後退するエンドレス走行帯をもつ走行機において、次の構成よりなることを特徴とするランニングマシン。
- (a) 前後に水平並行に対向し支持台に軸支した回転体に、走行と直角方向に自由な屈曲性をもつエンドレス走行帯を捲回し、その走行面とする部分は走行方向に滑動的に支承する装置を設け、支持台を後傾する装置を付帯して主体を構成する。
- (b) 前記走行帯に従動する回転系の軸に電動機を掛合する。
- (c) 機体のある回転軸からみた機体運動系のイナーシャの、走者を走行面に固定して同軸からみて計算した走者のイナーシャに対する比率は、その値が0.5以上となる機体運動系のイナーシャ量を選定する。
- (d) 走行面の中位点において、走者の腹腰部と支持台の間を弾性支持体で結合し、前記中位点から走者が前後に変位するに従い支持力を増加するように走者を弾性支持する。
- (e) 前記電動機の出カトルクは、走者が走行するとき、機体運動系の機械的損失を補償するために必要とするトルクの範囲で、その値に近づけるように電動機を制御する。
7. 走行帯はエンドレスベルトとし、その前後の案内をプーリーとし、走行面とする走行帯の下面に複数のローラーを配列して走行面を形成する請求の範囲第6項記載のランニングマシン。
8. 走行帯は走行方向と直角に細分した踏板の両端をローラーチェーンでエンドレスに接続し、その前後の案内を鎖車とし、走

行部とするチェーンローラーの下面をレールで支承して走行面を形成する請求の範囲第6項記載のランニングマシン。

9. 走行帯に従動する高速部の回転軸にフライホイールを固着して運動系を構成する請求の範囲第6項記載のランニングマシン。

10. 走行面の中位点から走者が前方に変位することを検知要素として、走行帯の速度を走者の走行速度に合わせて自動的に増加するように、電動機を制御する請求の範囲第6項ないし第9項のいずれかの項記載のランニングマシン。

11. 電動機はトルクモーターである請求の範囲第6項ないし第9項のいずれかの項記載のランニングマシン。

12. 電動機は速度設定器により予め速度を設定できる変速電動機である請求の範囲第6項ないし第9項のいずれかの項記載のランニングマシン。

13. 電動機に直流を供給することで得られる発電制動で、走行帯を制動する請求の範囲第6項ないし第9項のいずれかの項記載のランニングマシン。

1. 走行により反動後退するエンドレス走行帯をもつ走行機において、次の構成よりなることを特徴とするランニングマシン。

(a) 前後に水平並行に対向し支持台に軸支した回転体に、走行と直角方向に自由な屈曲性をもつエンドレス走行帯を捲回し、  
5 その走行面とする部分は走行方向に滑動的に支承する装置を設け、支持台を後傾する装置を付帯して主体を構成する。

(b) 機体のある回転軸からみた機体運動系のイナーシャの、走者を走行面に固定して同軸からみて計算した走者のイナーシャに対する比率は、その値が0.5以上となる機体運動系のイナー  
10 シャ量を選定する。

(c) 走行面の中位点において、走者の腹腰部と支持台の間を弾性支持体で結合し、前記中位点から走者が前後に変位するに従い支持力を増加するように走者を弾性支持する。

2. 走行帯はエンドレスベルトとし、その前後の案内をプーリー  
15 とし、走行面とする走行帯の下面に複数のローラーを配列して走行面を形成する請求の範囲第1項記載のランニングマシン。

3. 走行帯は走行方向と直角に細分した踏板の両端をローラーチェーンでエンドレスに接続し、その前後の案内を鎖車とし、走行部とするチェーンローラーの下面をレールで支承して走行面  
20 を形成する請求の範囲第1項記載のランニングマシン。

4. 走行帯に従動する回転体の軸に増速機構を掛合し、その増速軸にフライホイールを固着して運動系を構成する請求の範囲第1項又は第2項又は第3項記載のランニングマシン。



5. 機体運動系に制動装置を設け走行帯を制動する請求の範囲第1項又は第2項又は第3項記載のランニングマシン。

6. (補正後)走行により反動後退するエンドレス走行帯をもつ走行機において、次の構成よりなることを特徴とするランニングマシン。

5 (a) 前後に水平並行に対向し支持台に軸支した回転体に、走行と直角方向に自由な屈曲性をもつエンドレス走行帯を捲回し、その走行面とする部分は走行方向に滑動的に支承する装置を設け、支持台を前後傾する装置を付帯して主体を構成する。

(b) 前記走行帯に従動する回転系の軸に電動機を掛合する。

10 (c) 機体のある回転軸からみた機体運動系のイナーシャの、走者を走行面に固定して同軸からみて計算した走者のイナーシャに対する比率は、その値が0.5以上となる機体運動系のイナーシャ量を選定する。

15 (d) 走行面の中位点において、走者の腹腰部と支持台の間を弾性支持体で結合し、前記中位点から走者が前後に変位するに従い支持力を増加するように走者を弾性支持する。

(e) 前記電動機の出力トルクは、機体運動系の機械的損失を補償する分と、走行面の傾斜により走者の体重が走行帯に並行して与える分力を含めて、走者が選択する値に近づけるように電動機を制御する。

20 7. 走行帯はエンドレスベルトとし、その前後の案内をブーリーとし、走行面とする走行帯の下面に複数のローラーを配列して走行面を形成する請求の範囲第6項記載のランニングマシン。

8. 走行帯は走行方向と直角に細分した踏板の両端をローラーチ

チェーンでエンドレスに接続し、その前後の案内を鎖車とし、走行部とするチェーンローラーの下面をレールで支承して走行面を形成する請求の範囲第6項記載のランニングマシン。

9. 走行帯に従動する高速部の回転軸にフライホイールを固着して運動系を構成する請求の範囲第6項記載のランニングマシン。

5 10. 走行面の中位点から走者が前方に変位することを検知要素として、走行帯の速度を走者の走行速度に合わせて自動的に増加するように、電動機を制御する請求の範囲第6項ないし第9項のいずれかの項記載のランニングマシン。

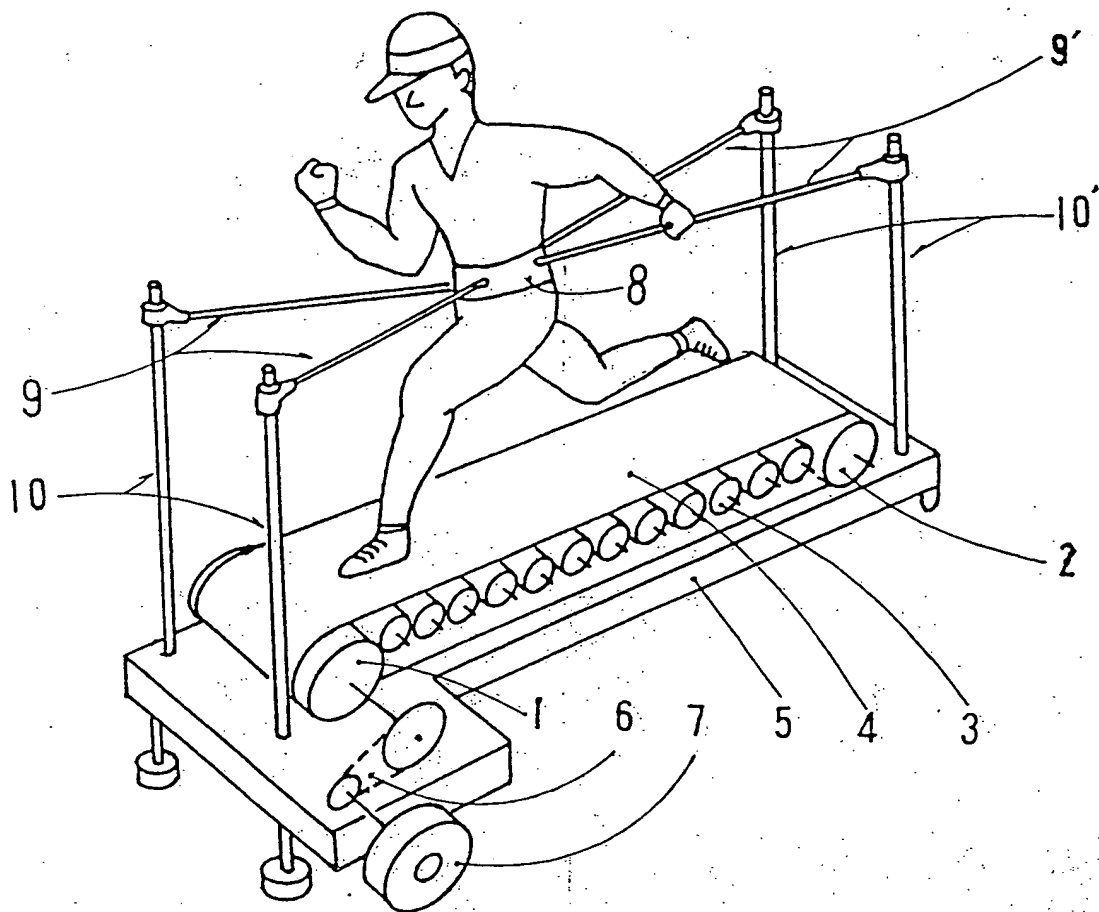
10 11. 電動機はトルクモーターである請求の範囲第6項ないし第9項のいずれかの項記載のランニングマシン。

12. 電動機は速度設定器により予め速度を設定できる変速電動機である請求の範囲第6項ないし第9項のいずれかの項記載のランニングマシン。

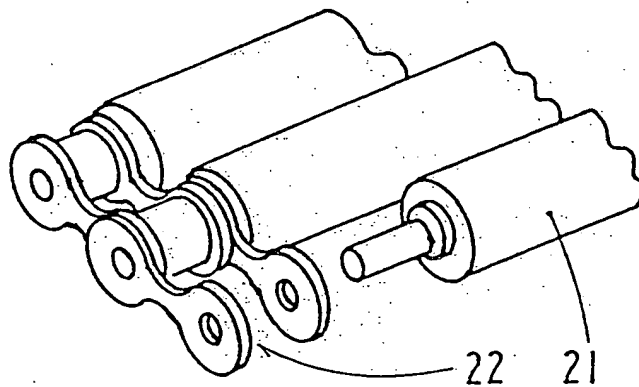
15 13. 電動機に直流を供給することを得られる発電制動で、走行帯を制動する請求の範囲第6項ないし第9項のいずれかの項記載のランニングマシン。

## 第19条に基づく説明書

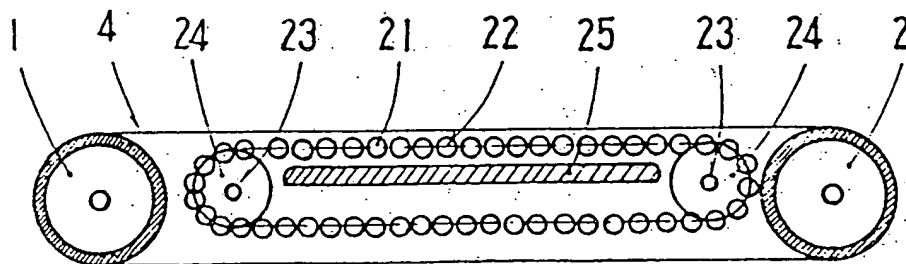
この発明において、機体運動系の機械的損失を補償するために電動機を付したとき、この運動系の特性は電動機の制御に対して弾力的特性をもつことは既に開示した通りである。トルクが不足補償であることが安全な走行を可能とすることは定速走行のときであり、加減速に伴う過渡的な過補償は運動系に吸収され走行に支障はない。また走行面を傾斜するとき電動機の出出力トルクは必ずしも機械的損失を補償する値である必要がないことも当然であつて、例えば走行面を後傾したとき走者の体重の分力が走行帯に並行して与える力は、必要とする補償値から減殺されるものであり、不足補償分を走行面を後傾して補う対策については既に開示した通りである。反面走行面を前傾するときには必要とする補償値と体重の分力により走行帯に並行して与えられる力は加増されることになる。ランニングは平地のみで行われるものでなく坂道も訓練の対象であり、これらを総合したときの電動機の出出力トルクは機体運動系の機械的損失を補償するために必要とする分と、走行面の傾斜により走者の体重が走行帯に並行して与える分力を考慮に含めて走者が選択し、その値に近づけるように電動機の制御値を定めれば任意の加減速を含む自由で安全な走行が可能である。



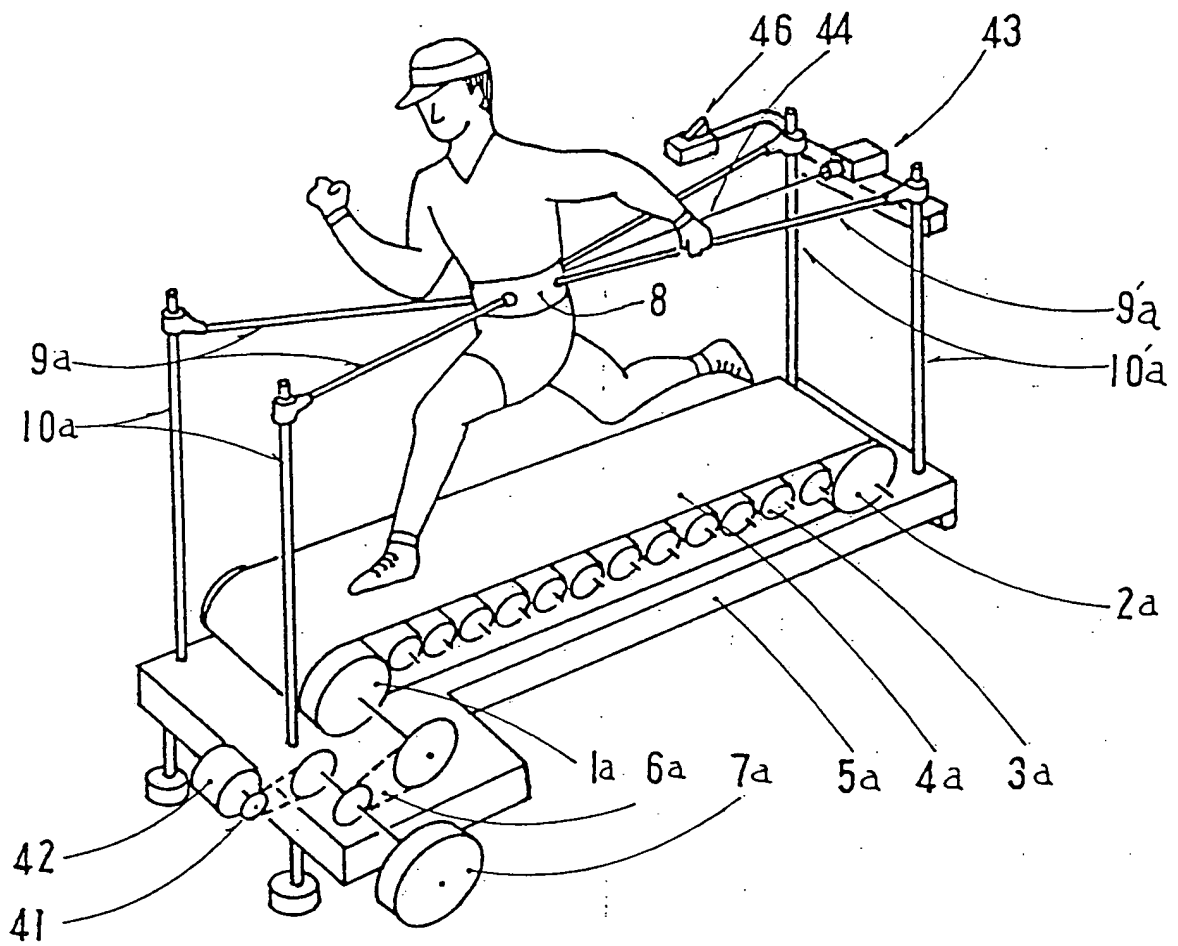
2



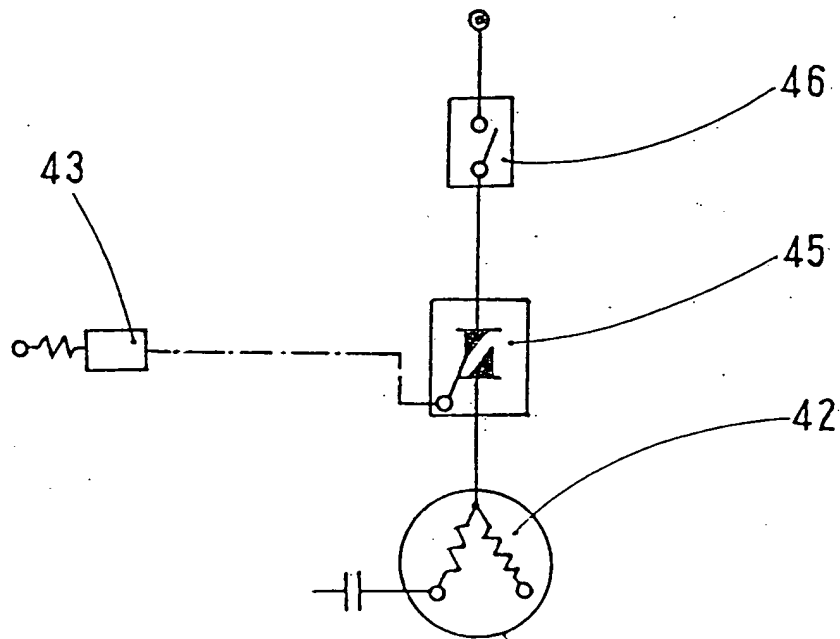
3



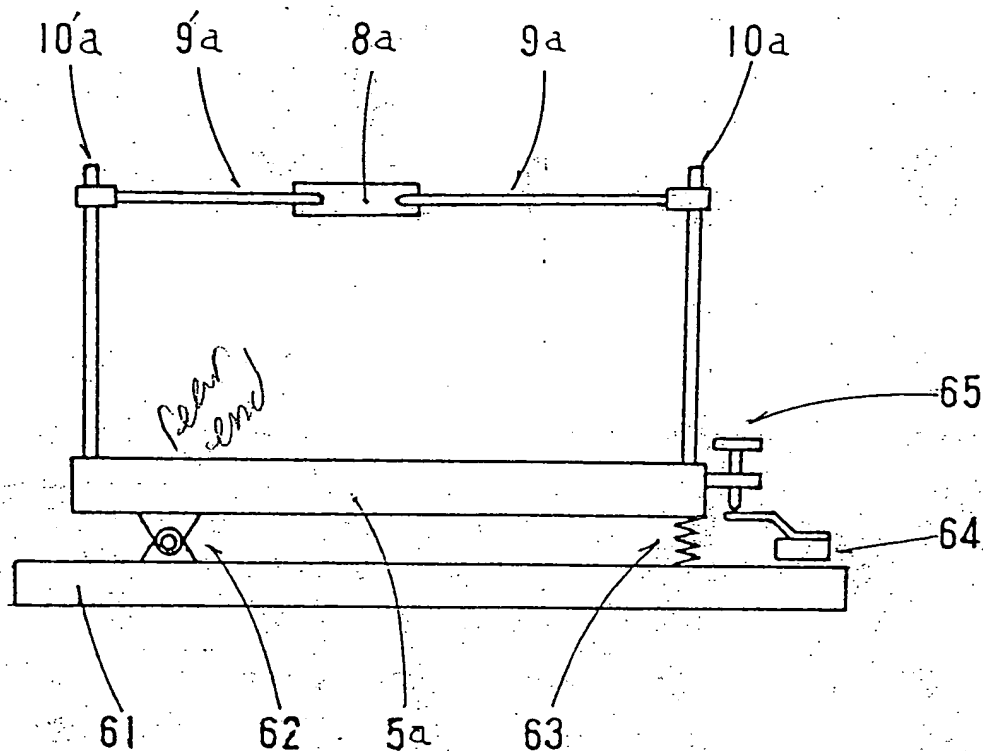
4



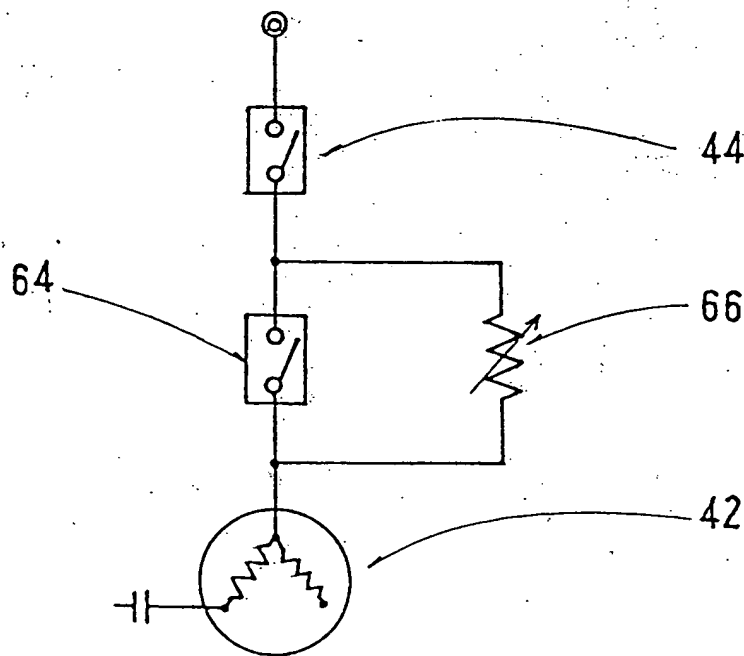
5



6



7



(図面に用いた引用符号の説明)

第 1 図 及び 第 4 図

- |                    |                        |
|--------------------|------------------------|
| 1、1 a …前部プーリー      | 2、2 a …後部プーリー          |
| 3、3 a …受けローラー      | 4、4 a …ベルト             |
| 5、5 a …支持台         | 6、6 a …増速機構            |
| 5 7、7 a …フライホイール   | 8、8 a …腰ベルト            |
| 9、9'、9 a 9' a …ゴム紐 | 10、10'、10 a 10' a …支持枠 |

第 2 図 及び 第 3 図

- |          |              |         |
|----------|--------------|---------|
| 21 …ローラー | 22 …ローラーチェーン | 23 …共通軸 |
| 24 …鎖 車  | 25 …定 盤      |         |

10

第 4 図 及び 第 5 図

- |           |           |           |
|-----------|-----------|-----------|
| 41 …変速機構  | 42 …電動機   | 43 …張力センサ |
| 44 …ロ ー プ | 45 …電圧調整器 | 46 …主開閉器  |

第 6 図 及び 第 7 図

- |              |         |          |
|--------------|---------|----------|
| 61 …受 台      | 62 …支 点 | 63 …圧縮ばね |
| 15 64 …弾動開閉器 | 65 …押 棒 | 66 …可変抵抗 |

I. 発明の属する分野の分類			
国際特許分類 (IPC)			
Int. CL 3		A 6 3 L 2 3 / 0 6	
II. 国際調査を行った分野			
調 査 を 行 っ た 最 小 限 資 料			
分類体系	分 類 記 号		
IPC	A 6 3 B 2 3 / 0 6		
最小限資料以外の資料で調査を行ったもの			
日本国実用新案公報 1926~1980年			
日本国公開実用新案公報 1971~1980年			
III. 関連する技術に関する文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示		請求の範囲の番号
A	JP, Y1, 46-13443, 1971-5-13 勢能体育用器 錦		1-6, 7-13
X	JP, B1, 50-22940, 1975-8-4 旭鉄工 錦		1-6, 7-13
A	JP, U, 51-105567, 1976-8-24 栗 林 功		1-6, 7-13
X	JP, U, 53-145568, 1978-11-16 甲斐原 有		1-6, 7-13
A	JP, U, 54-55458, 1979-4-17 広 田 国 雄		1-6, 7-13
A	SU, A, 604.561 1978-4-25 Всесоюзный научно-исследовательский институт физической культуры (PHYS CULTURE RES)		1-6, 7-13
*引用文献のカテゴリー			
「A」 一般的技術水準を示す文献		「P」 国際出願日前でかつ優先権の主張の基礎となる出願の日以後に公表された文献	
「E」 先行文献ではあるが国際出願日以後に公表されたもの		「T」 国際出願日又は優先日以後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	
「L」 他のカテゴリーに該当しない文献		「X」 特に関連のある文献	
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献			
IV. 認 証			
国際調査を完了した日 31.03.80		国際調査報告の発送日 07.04.80	
国際調査機関 日本国特許庁 (ISA/JP)		権限のある職員 特許庁審査官 松 木 領 夫	
		2, C 6, 6, 6, 2 	



A	SU, A. 60 562 1978-4-25  Всесоюзный научно-исследовательский институт физической культуры (PHYS CULTURE RES)	1-6, 7-13
A	JP, A. 50-13223, 1975-10-31  第2頁右上欄10～18行参照, 川鉄商事 傍	10

V. ☐ 一部の請求の範囲について国際調査を行わないときの意見

次の請求の範囲については特許協力条約に基づく国際出願等に関する法律第8条第3項の規定によりこの国際調査報告を作成しない。その理由は、次のとおりである。

1. ☐ 請求の範囲\_\_\_\_\_は、国際調査をすることを要しない事項を内容とするものである。
2. ☐ 請求の範囲\_\_\_\_\_は、有効な国際調査をすることができる程度にまで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。

VI. ☐ 発明の単一性の要件を満たしていないときの意見

次に述べるようにこの国際出願には二以上の発明が含まれている。

1. ☐ 追加して納付すべき手数料が指定した期間内に納付されたので、この国際調査報告は、国際出願のすべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加して納付すべき手数料が指定した期間内に一部分しか納付されなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付があった発明に係る次の請求の範囲について作成した。  
請求の範囲\_\_\_\_\_
3. ☐ 追加して納付すべき手数料が指定した期間内に納付されなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲に最初に記載された発明に係る次の請求の範囲について作成した。  
請求の範囲\_\_\_\_\_

追加手数料異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加して納付すべき手数料の納付と同時に、追加手数料異議の申立てがされた。
- ☐ 追加して納付すべき手数料の納付に際し、追加手数料異議の申立てがされなかった。

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**